



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11239115 A**(43) Date of publication of application: **31 . 08 . 99**

(51) Int. Cl

**H04J 11/00****H04L 27/00**(21) Application number: **10038309**(22) Date of filing: **20 . 02 . 98**(71) Applicant: **SONY CORP**(72) Inventor: **IKEDA YASUNARI  
OKADA TAKAHIRO**(54) **DEVICE AND METHOD FOR RECEIVING SIGNAL,  
AND PROVIDING MEDIUM**

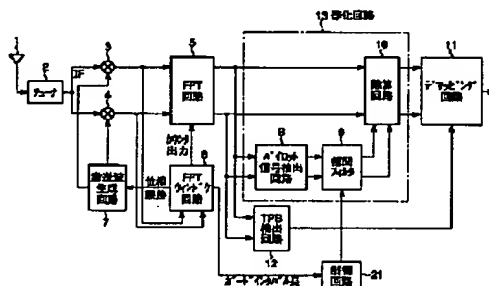
to the length of the inputted guard interval.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress deterioration in equalizing characteristic of a signal receiver caused by noise.

**SOLUTION:** Multipliers 3 and 4 generate baseband OFDM signals by multiplying the intermediate frequency signal of OFDM signals received by means of a tuner 2 by carriers and an FFT circuit 5 performs FFT-processing on the baseband OFDM signals and outputs the processed signals to the division circuit 10 and pilot signal extracting circuit 8 of an equalizing circuit 13. The pilot signal extracted by means of the extracting circuit 8 is supplied to a thinning filter 9 and thinned through the filter 9 and the amplitude and phase components of the pilot signal are supplied to the division circuit 10. The circuit 10 divides the signals inputted from the FFT circuit 5 by the amplitude and phase supplied from the filter 9 and outputs the divided results to a demapper circuit 11. An FFT window circuit 6 detects the length of a guard interval from the outputs of the multipliers 3 and 4 and outputs detected signals to a control circuit 21. The control circuit 21 controls the band width of the filter 9 correspondingly



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-239115

(43)公開日 平成11年(1999) 8月31日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 4 J 11/00

H 0 4 L 27/00

識別記号

F I

H 0 4 J 11/00

H 0 4 L 27/00

Z

Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21)出願番号

特願平10-38309

(22)出願日

平成10年(1998) 2月20日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号

(72)発明者 池田 康成

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

(72)発明者 岡田 隆宏

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

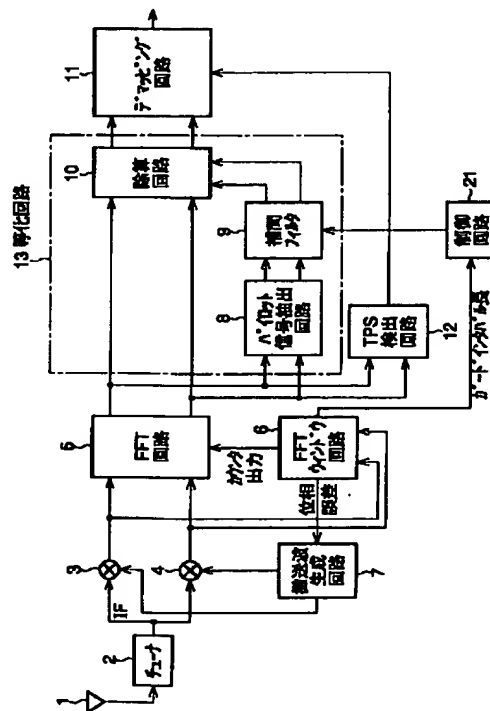
(74)代理人 弁理士 稲本 義雄

(54)【発明の名称】 信号受信装置および方法、並びに提供媒体

(57)【要約】

【課題】 ノイズによる等化特性の劣化を抑制する。

【解決手段】 チューナ 2 で受信した OFDM 信号の中間周波信号に、乗算器 3 と乗算器 4 で、搬送波を乗算して、ベースバンドの OFDM 信号を生成する。FFT 回路 5 で、このベースバンドの OFDM 信号を FFT 処理し、等化回路 13 の除算回路 10 とパイロット信号抽出回路 8 に出力する。パイロット信号抽出回路 8 で抽出されたパイロット信号は、補間フィルタ 9 に供給され、補間処理され、パイロット信号の振幅成分と位相成分が、除算回路 10 に供給される。除算回路 10 は、FFT 回路 5 より入力された信号を補間フィルタ 9 より供給された振幅と位相で除算し、デマッピング回路 11 に出力する。FFT ウィンドウ回路 6 は、乗算器 3 乗算器 4 の出力から、ガードインタバルの長さを検出し、検出信号を制御回路 21 に出力する。制御回路 21 は、入力されたガードインタバルの長さに対応して、補間フィルタ 9 の帯域幅を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 OFDM方式で伝送された信号を受信する信号受信装置において、  
前記OFDM方式で伝送された信号を受信する受信手段と、  
前記受信手段で受信した前記OFDM信号を復調する復調手段と、  
前記復調手段で復調した信号を等化する等化手段と、  
前記受信手段で受信した前記OFDM信号のガードインタバルの長さを検出する検出手段と、  
前記検出手段の検出結果に対応して、前記等化手段を制御する制御手段とを備えることを特徴とする信号受信装置。

【請求項 2】 前記等化手段は、  
前記OFDM方式で伝送された信号に含まれるパイロット信号を抽出する抽出手段と、  
前記抽出手段で抽出された前記パイロット信号から、前記OFDM信号の伝送特性を補間する補間手段と、  
前記補間手段で補間した伝送特性で、前記復調手段で復調された信号を除算する除算手段とを備えることを特徴とする請求項 1 に記載の信号受信装置。

【請求項 3】 前記検出手段は、前記ガードインタバルの相関を利用して、前記ガードインタバルの長さを検出することを特徴とする請求項 1 に記載の信号受信装置。

【請求項 4】 前記検出手段は、前記OFDM信号に含めて伝送されてくるガードインタバル情報から、前記ガードインタバルの長さを検出することを特徴とする請求項 1 に記載の信号受信装置。

【請求項 5】 OFDM方式で伝送された信号を受信する信号受信装置の信号受信方法において、  
前記OFDM方式で伝送された信号を受信する受信ステップと、  
前記受信ステップで受信した前記OFDM信号を復調する復調ステップと、  
前記復調ステップで復調した復調信号を等化する等化ステップと、  
前記受信ステップで受信した前記OFDM信号のガードインタバルの長さを検出する検出ステップと、  
前記検出ステップでの検出結果に対応して、前記等化ステップでの等化処理を制御する制御ステップとを含むことを特徴とする信号受信方法。

【請求項 6】 OFDM方式で伝送された信号を受信する信号受信装置に、  
前記OFDM方式で伝送された信号を受信する受信ステップと、  
前記受信ステップで受信した前記OFDM信号を復調する復調ステップと、  
前記復調ステップで復調した復調信号を等化する等化ステップと、  
前記受信ステップで受信した前記OFDM信号のガードインタバルの長さを検出する検出ステップと、

前記検出ステップでの検出結果に対応して、前記等化ステップでの等化処理を制御する制御ステップとを含む処理を実行させるコンピュータが読み取り可能なプログラムを提供することを特徴とする提供媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、信号受信装置および方法、並びに提供媒体に関し、特に、受信したOFDM信号のガードインタバルの長さに対応して補間フィルタの特性を切り替えることにより、伝送路における雑音の影響をより効果的に抑制することができるようにした、信号受信装置および方法、並びに提供媒体に関する。

## 【0002】

【従来の技術】地上波を用いたデジタル放送の伝送方式として、最近、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) 変調方式 (直交周波数分割多重方式) が注目されている。このOFDM変調方式を用いたサービスとして、欧州においては、Eureka 147 DAB (Digital Audio Broadcasting) 方式を用いたラジオサービスが既に開始されている。また、テレビジョン放送に関しても、欧州において、既にDVB (Digital Video Broadcasting) -T方式が開発されており、ITU-R (International Telecommunication Union-Recommendation) においても、標準化が勧告されている。

【0003】既にサービスが開始されているEureka 147 DAB方式では、主たるサービスとして、移動体音声信号を前提にしているため、OFDMの各搬送波は、 $\pi/4$  オフセット差動QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) が用いられている。これは、この方式が移動体を前提にしているところから、フェーディングに対して耐性を持つことが必要条件になるため、振幅方向に情報を持たず、また、絶対位相を再生する必要もないことなどが、その採用の理由と考えられる。

【0004】一方、テレビジョン放送においては、音声を対象とした放送サービスとは異なり、移動体への対応はそれほど大きな必要性がない代わりに、情報量の大きなビデオ情報を主に送信する必要があることから、高い伝送速度が求められる。すなわち、移動体音声サービスにおいては、劣悪な環境下でも、信頼性の高い伝送が要求されるのに対し、テレビジョン放送サービスにおいては、高速伝送が要求される。このような背景から、テレビジョン放送サービスを前提にしたDVB-T方式においては、OFDMの各搬送波の変調に、QPSK, 64QAM, 16QAMなどの変調方式を用いることが提案されている。

【0005】また、地上波伝送においては、一般的に、マルチパスが存在し、このマルチパスにより、受信信号の周波数特性が歪むことになるので、このマルチパスの影響を軽減することが大きな課題となる。そこで、OFDM方式では、本来伝送すべき信号の一部をコピーした信号をガードインタバルとして付加するようにしている。こ

のガードインタバルを付加することにより、ガードインタバルよりも短いマルチパスに関しては、受信側で適切な信号処理を施すことで、マルチパスの影響を除去することが可能となる。

【0006】各搬送波の変調方式にQAM系の変調を用いるDVB-T方式のようなOFDM変調方式においては、マルチパスによる歪みが発生すると、各搬送波毎に、その振幅や位相が、送信側の振幅や位相と異なるものとなるので、これらが等しくなるように、マルチパスによる歪みを受けた信号を等化する（補正する）必要がある。OFDM

方式では、受信側でFFT（Fast Fourier Transform）（高速フーリエ変換）を行って、OFDM復調を行うため、伝送信号中にパイロット信号を散在させておき、このパイロット信号の振幅や位相を受信側において監視することで、伝送路の特性を推定し、この推定した伝送路の特性で受信信号を等化するようにしている。

【0007】DVB-T方式においては、図9に示すようなパターンでパイロット信号を挿入することが提案されている。同図に示すように、この例においては、1つのOFDMシンボルの12本の搬送波に対して1本の割合で、パイロット用の搬送波信号が挿入され、さらにOFDMシンボル毎に、パイロット用の搬送波信号の挿入位置が、3搬送波ずつシフトされるようになされている。

【0008】この図9に示した、時間方向と周波数方向に離散的に配列されたパイロット信号を2次元フーリエ変換して、その標準化格子点構造を調べ、伝送帯域幅を調べると、図10に示すようになる。同図より、伝送路に時間方向の変動がない場合の伝送帯域幅は、3本分の搬送波間隔に相当する時間以内であることが判る。換言すれば、OFDMシンボルの有効時間（ガードインタバルを除いたOFDMシンボルの継続時間）の1/3の伝送帯域幅があるので、DVB-T方式のパイロット信号パターンは、OFDM有効シンボル長の1/3以内の時間に対する等化能力があることになる。

【0009】図11は、このようなパイロット信号から伝送路特性を推定し、受信信号を等化（補正）する、従来の信号受信装置の構成例を表している。チューナ2は、アンテナ1で受信した信号を中間周波信号（IF信号）に変換し、乗算器3と乗算器4に出力している。乗算器3と乗算器4には、搬送波生成回路7で生成された位相が相互に90度異なる搬送波が供給されている。乗算器3と乗算器4は、それぞれ、入力された中間周波信号と搬送波とを乗算し、ベースバンド（基底帯域）のOFDM信号に変換して、FFT回路5に出力している。FFT回路5は、入力された信号をFFT処理することで、ベースバンドのOFDM信号をOFDM復調する。

【0010】FFTウィンドウ回路6は、乗算器3と乗算器4の出力するベースバンドのOFDM信号から、OFDM信号のガードインタバルの相関を利用して、FFT回路5のFFT演算の開始の基準となるウィンドウを生成し、FFT回路

5に出力している。搬送波生成回路7は、FFTウィンドウ回路6の出力から、位相が90度異なる搬送波を生成し乗算器3と乗算器4に出力している。

【0011】FFT回路5が出力するOFDM信号の各搬送波は、等化回路13を構成する除算回路10とパイロット信号抽出回路8に供給される。パイロット信号抽出回路8は、入力された信号からパイロット信号を抽出し、補間フィルタ9に出力している。補間フィルタ9は、入力されたパイロット信号を補間処理することで、OFDM信号の各搬送波の伝送路特性を推定し、推定結果を除算回路10に出力している。除算回路10は、FFT回路5より入力されたOFDM信号の各搬送波を、補間フィルタ9より入力された伝送路特性で除算し、伝送路での歪みを除去し、デマッピング回路11に出力するようになされている。デマッピング回路11は、除算回路10より入力された信号の信号点より伝送情報を復元する。デマッピング回路11の後段に畳み込み符号などの誤り訂正回路が存在する場合には、このデマッピング回路11において、ビタビ復号器に供給するためのメトリックが生成される。

【0012】TPS検出回路12は、FFT回路5の出力から、TPS（Transfer Parameter Signal）と称される伝送制御信号を抽出する。この伝送制御信号は、次のスーパーフレーム（8個のフレームにより1つのスーパーフレームが構成されている）における畳み込み符号の符号化率、OFDM搬送波の変調方式、ガードインタバル情報などを含んでいる。TPS検出回路12は、抽出した伝送制御信号に基づいて、各回路を制御する。例えば、伝送制御信号に含まれるOFDM搬送波の変調方式に基づいて、デマッピング回路11を制御し、QPSK、16QAM、64QAMなどの変調方式に対応したデマッピング処理を実行させる。

【0013】次に、その動作について説明する。チューナ2は、アンテナ1で受信した信号を中間周波信号に変換し、乗算器3と乗算器4に出力する。乗算器3と乗算器4には、搬送波生成回路7で生成した、位相が90度異なる搬送波が供給されている。この搬送波は、乗算器3と乗算器4の出力から、FFTウィンドウ回路6が、ガードインタバルの相関を利用して検出した位相誤差に対応して生成されたものである。乗算器3と乗算器4は、それぞれチューナ2より入力されたOFDM信号の中間周波信号と、搬送波生成回路7より供給された搬送波とを乗算し、ベースバンドのOFDM信号を生成し、FFT回路5に出力する。FFT回路5は、入力されたベースバンドのOFDM信号をFFT処理して、OFDM信号を復調する。

【0014】パイロット信号抽出回路8は、FFT回路5の出力からパイロット信号を抽出し、補間フィルタ9に出力する。補間フィルタ9は、パイロット信号抽出回路8より入力されたパイロット信号を補間処理することで、各搬送波の振幅と位相成分を、その搬送波の伝送路

特性として検出し、これを除算回路 10 に出力する。除算回路 10 は、FFT 回路 5 より入力された復調信号を、補間フィルタ 9 から供給された振幅と位相で除算し、伝送路特性に起因する歪み成分を除去する。例えば、FFT 回路 5 より入力される搬送波の振幅が、本来の振幅の  $1/2$  である場合、補間フィルタ 9 より振幅情報として、 $1/2$  が供給される。そこで、除算回路 10 で、FFT 回路 5 より入力された信号の振幅を補間フィルタ 9 の振幅情報で除算すれば、元の  $1 (= (1/2) / (1/2))$  の振幅の信号を得ることができる。同様に、位相についても、複素演算を行うことで、元の位相の信号を得ることができる。

【0015】デマッピング回路 11 は、除算回路 10 より出力された信号の信号点をデマッピングする。TPS 検出回路 12 は、このため、FFT 回路 5 より出力される信号に含まれる伝送制御信号を検出し、その伝送制御信号から OFDM 信号の変調方式に関する情報を検出し、その検出結果をデマッピング回路 11 に出力する。デマッピング回路 11 は、TPS 検出回路 12 からの変調方式情報に対応してデマッピング処理を行い、処理結果を出力する。

#### 【0016】

【発明が解決しようとする課題】ところで、DVB-T 方式においては、ガードインタバルの長さが、有効シンボル長の長さに対する割合として、 $1/4$ 、 $1/8$ 、 $1/16$ 、または  $1/32$  の 4 種類が定義されている。補間フィルタ 9 は、4 種類のうちのいずれの長さのガードインタバルの信号が受信されたとしても等化処理を行うことができるように、ガードインタバルが最大の長さの  $1/4$  の帯域幅に設定（固定）されている。

【0017】このように、従来の装置は、補間フィルタ 9 の帯域幅が、ガードインタバルが最も長い  $1/4$  の場合に固定されているため、ガードインタバルが、それより短い OFDM 信号を受信した場合には、そのとき、本来必要とされない信号成分の帯域を処理することとなり、結局、その信号に付随してノイズも多くなり、ノイズの影響により、より正確な伝送路推定処理が実現できなくなる課題があった。

【0018】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、ノイズによる影響を軽減させることができるようにするものである。

#### 【0019】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載の信号受信装置は、OFDM 方式で伝送された信号を受信する受信手段と、受信手段で受信した OFDM 信号を復調する復調手段と、復調手段で復調した信号を等化する等化手段と、受信手段で受信した OFDM 信号のガードインタバルの長さを検出する検出手段と、検出手段の検出結果に対応して、等化手段を制御する制御手段とを備えることを特徴とする。

【0020】請求項 5 に記載の信号受信方法は、OFDM 方式で伝送された信号を受信する受信ステップと、受信ステップで受信した OFDM 信号を復調する復調ステップと、復調ステップで復調した復調信号を等化する等化ステップと、受信ステップで受信した OFDM 信号のガードインタバルの長さを検出する検出ステップと、検出ステップでの検出結果に対応して、等化ステップでの等化処理を制御する制御ステップとを含むことを特徴とする。

【0021】請求項 6 に記載の提供媒体は、OFDM 方式で伝送された信号を受信する信号受信装置に、OFDM 方式で伝送された信号を受信する受信ステップと、受信ステップで受信した OFDM 信号を復調する復調ステップと、復調ステップで復調した復調信号を等化する等化ステップと、受信ステップで受信した OFDM 信号のガードインタバルの長さを検出する検出ステップと、検出ステップでの検出結果に対応して、等化ステップでの等化処理を制御する制御ステップとを含む処理を実行させるコンピュータが読み取り可能なプログラムを提供することを特徴とする。

【0022】請求項 1 に記載の信号受信装置、請求項 5 に記載の信号受信方法、および請求項 6 に記載の提供媒体においては、ガードインタバルの長さに対応して、等化処理が制御される。

#### 【0023】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を説明するが、特許請求の範囲に記載の発明の各手段と以下の実施の形態との対応関係を明らかにするために、各手段の後の括弧内に、対応する実施の形態（但し一例）を付加して本発明の特徴を記述すると、次のようになる。但し勿論この記載は、各手段を記載したものに限定することを意味するものではない。

【0024】請求項 1 に記載の信号受信装置は、OFDM 方式で伝送された信号を受信する受信手段（例えば、図 1 のチューナ 2）と、受信手段で受信した OFDM 信号を復調する復調手段（例えば、図 1 の FFT 回路 5）と、復調手段で復調した信号を等化する等化手段（例えば、図 1 の等化回路 13）と、受信手段で受信した OFDM 信号のガードインタバルの長さを検出する検出手段（例えば、図 1 の FFT ウィンドウ回路 6）と、検出手段の検出結果に対応して、等化手段を制御する制御手段（例えば、図 1 の制御回路 21）とを備えることを特徴とする。

【0025】請求項 2 に記載の信号受信装置は、等化手段が、OFDM 方式で伝送された信号に含まれるパイロット信号を抽出する抽出手段（例えば、図 1 のパイロット信号抽出回路 8）と、抽出手段で抽出されたパイロット信号から、OFDM 信号の伝送特性を補間する補間手段（例えば、図 1 の補間フィルタ 9）と、補間手段で補間した伝送特性で、復調手段で復調された信号を除算する除算手段（例えば、図 1 の除算回路 10）とを備えることを特徴とする。

【0026】図1は、本発明を適用した信号受信装置の構成例を示すブロック図であり、図11に対応する部分には、同一の符号を付してあり、その説明は、適宜省略する。

【0027】すなわち、図1の信号受信装置は、基本的に、図11に示した信号受信装置と同様の構成を有しており、FFTウインドウ回路6がガードインタバルの長さを検出し、その検出信号を制御回路21に出力するとともに、制御回路21が、FFTウインドウ回路6からの信号に対応して、補間フィルタ9を制御するようになされている点が、図11の例と異なっている。その他の構成は、図11における場合と同様である。

【0028】図2は、図1のFFTウインドウ回路6の構成例を表している。乗算器3と乗算器4の出力は、それぞれ、有効時間遅延回路31と有効時間遅延回路32により、有効シンボル長に対応する時間 $\tau$ だけ遅延された後、複素相関計算回路33に入力されている。複素相関計算回路33にはまた、乗算器3と乗算器4より出力されたベースバンドのOFDM信号が、そのまま入力されている。複素相関計算回路33は、乗算器3より入力された信号を $f(t)$ とし、有効時間遅延回路31より入力された信号を $f(t-\tau)$ とすると、次式から、両者の相関 $i$ を演算する。

【0029】

【数1】

$$\int_{\Delta} f(t) f^*(t-\tau) dt \quad (1)$$

【0030】同様の処理が乗算器4の出力に対しても行われ、相関 $q$ が出力される。

【0031】複素相関計算回路33の出力 $i$ と $q$ は、絶対値回路34と位相検出回路37に供給されている。絶対値回路34は、入力された信号 $i$ と $q$ の絶対値を、 $(i^2 + q^2)^{1/2}$ として演算する。絶対値回路34の出力は、ピーク検出回路35に供給される。ピーク検出回路35は、絶対値回路34より入力された絶対値と、予め設定されている所定の基準値とを比較し、基準値以上の絶対値が得られたとき、所定の相関が得られたと判定し、検出信号を判定回路36に出力している。

【0032】判定回路36は、図3のフローチャートに示す処理を実行して、FFT回路5に内蔵するカウンタの出力を、FFT回路5がFFT演算を開始するタイミングの基準となる基準パルス（ウインドウ）として、FFT回路5に出力するとともに、ガードインタバル長を検出し、検出結果を制御回路21に出力する。判定回路36はまた、図3のフローチャートに示す処理を実行して、複素相関計算回路33に、相関計算における積分の期間 $\Delta$ を更新させるための信号を出力する。

【0033】位相検出回路37は、複素相関計算回路33より入力された信号 $i$ と $q$ の位相差を $\tan^{-1}(q/i)$ として検出し、検出した位相誤差を搬送波生成回路

7に出力している。

【0034】次に、図3のフローチャートを参照して、FFTウインドウ回路6の動作を中心に、図1の実施の形態の、従来と異なる動作について説明する。最初にステップS1において、1つのOFDMシンボルの相関値のピークを検出する処理が実行される。すなわち、複素相関計算回路33には、乗算器3、4より、図4(A)に示すシンボル $f(t)$ が入力されるとともに、有効時間遅延回路31、32を介して、図4(B)に示すシンボル $f(t-\tau)$ が入力される。シンボル $f(t-\tau)$ は、シンボル $f(t)$ に対して、有効シンボル長に対応する時間 $\tau$ だけ遅延されており、図4に示すように、シンボル $f(t)$ とシンボル $f(t-\tau)$ のガードインタバルが、同一のタイミングで複素相関計算回路33に入力されることになる。

【0035】複素相関計算回路33は、上記式(1)に従って、シンボル $f(t)$ とシンボル $f(t-\tau)$ の複素相関を演算する。

【0036】この演算は、乗算器3の出力する信号と、有効時間遅延回路31の出力する信号との間で行われるとともに、乗算器4の出力する信号と、有効時間遅延回路32の出力する信号との間において行われる。前者の演算結果が $i$ として出力され、後者の演算結果が $q$ として出力される。

【0037】絶対値回路34は、信号 $i$ を自乗した値と信号 $q$ を自乗した値の平方根を絶対値として演算し、ピーク検出回路35に出力する。

【0038】複素相関計算回路33が、上記式(1)において、積分処理を行う期間 $\Delta$ が、図4に示すように、ガードインタバルの期間 $\Delta_0$ と等しい場合、絶対値回路34の出力する絶対値は、図5(A)に示すように、ガードインタバルの期間において大きな値を有するものとなる。これに対して、複素相関計算回路33が行う積分の期間 $\Delta$ が、ガードインタバルの期間 $\Delta_0$ と等しくない場合、絶対値回路34の出力は、図5(B)に示すように、それほど大きな値にはならない。しかしながら、いずれの場合においても、ガードインタバルの期間においては、ガードインタバルでない期間に較べて大きな値となる。ピーク検出回路35の基準値は、図5(A)に示す場合と、図5(B)に示す場合のいずれの場合をも検出するように、その基準値が予め設定されている。

【0039】ピーク検出回路35より、基準値以上の絶対値が検出されたことを表す検出信号が入力されたとき、判定回路36は、ステップS2において、内蔵するタイマのそのときの現在時刻を $t_{p1}$ に設定する。

【0040】次に、ステップS3において、上述したステップS1における場合と同様の処理が、次のOFDMシンボルについて実行される。そして、ステップS4において、上述したステップS2における場合と同様の処理が実行され、基準値以上の絶対値が検出された時刻が、 $t$

p 2に設定される。

【0041】判定回路36は、ステップS5において、ステップS4で求められた時刻 $t_{p2}$ と、ステップS2で求められた時刻 $t_{p1}$ の差 $(t_{p2} - t_{p1})$ が、有\*

$$|(t_{p2} - t_{p1}) - (\tau + \Delta n)| \leq R_1 \quad (2)$$

【0042】ここで、 $R_1$ は、充分小さい基準値である。従って、上記(2)式が成立するという事は、複素相関計算回路33における積分期間 $\Delta$ が、ガードインタバルの期間 $\Delta_g$ にほぼ等しいことを意味する。逆に、上記式(2)が満足されないということは、複素相関計算回路33における積分期間 $\Delta$ が、ガードインタバルの期間 $\Delta_g$ と等しくないことを意味する。この場合、ステップS6に進み、判定回路36は、複素相関計算回路33に積分期間 $\Delta$ を更新させる処理を実行する。すなわち、上述したように、ガードインタバルの期間としては、 $1/4$ 、 $1/8$ 、 $1/16$ 、 $1/32$ の4種類が用意されているので、例えば、いま $\Delta$ が $1/4$ に対応する値に設定されている場合には、次に、 $\Delta$ を $1/8$ に対応する値に更新させる。そして、ステップS1に戻り、同様の処理が繰り返し実行される。

【0043】一方、ステップS5において、上記式

(2)が満足されたと判定された場合、ステップS7に進み、判定回路36は、そのときのガードインタバルの長さに対応する値を制御回路21に出力する。制御回路21に入力される。制御回路21は、入力されたガードインタバルの長さに対応するように、補間フィルタ9の帯域幅を制御する。ガードインタバルの長さが長いとき、補間フィルタ9の帯域幅は長くされ、ガードインタバルの長さが短いとき、補間フィルタ9の帯域幅は短くされる。従って、補間フィルタ9の帯域幅は、ガードインタバルが $1/4$ のとき最も長くなり、 $1/32$ のとき最も短くなるように制御される。これにより、補間フィルタ9は、必要最小限の範囲のパイロット信号だけ処理することになり、その分だけ、余分な信号と雑音の影響を受けることが防止される。

【0044】さらに、ステップS8において、判定回路36は、内蔵するカウンタに $\tau + \Delta$ を設定し、所定のクロックをカウントさせ、そのカウント値が $\tau + \Delta$ に達したとき、所定のパルスをFFT回路5に出力させる。FFT回路5は、入力されたこのパルスを基準として(ウィンドウとして)、乗算器3、4より入力されたOFDM信号のFFT演算処理を実行する。

【0045】一方、位相検出回路37は、信号 $i$ と信号 $q$ の値から、位相誤差 $\tan^{-1}(q/i)$ を演算し、これを搬送波生成回路7に出力する。搬送波生成回路7は、入力された位相誤差に対応して搬送波を生成する。

【0046】その他の動作は、図11の場合と同様であるので、その説明は省略する。

【0047】図6は、第2の実施の形態の構成例を表している。この構成例においては、TPS検出回路12が、

\* 効シンボル長 $\tau$ と、複素相関計算回路33で積分処理が行われた時間 $\Delta$ の和 $(\tau + \Delta)$ に近い値であるか否かを判定する。すなわち、次式が成立するか否かを判定する。

$$|(t_{p2} - t_{p1}) - (\tau + \Delta n)| \leq R_1 \quad (2)$$

伝送制御信号に含まれるガードインタバル情報を検出し、その検出した結果を制御回路21に出力している。すなわち、伝送制御信号中には、畳み込み符号の復号化率やOFDM搬送波の変調方式の他、ガードインタバルに関する情報も含まれている。TPS検出回路12は、このガードインタバルに関する情報から、ガードインタバルの長さに関する情報を抽出し、これを制御回路21に出力する。制御回路21は、入力されたガードインタバルの長さに対応して補間フィルタ9を制御する。この場合においても、図1の実施の形態と同様の効果を奏することができる。

【0048】図7は、第3の実施の形態の構成例を表している。この構成例においては、FFTウィンドウ回路6により検出されたガードインタバルの長さの情報と、TPS検出回路12により検出されたガードインタバルの長さに関する情報が、制御回路21に供給され、制御回路21は、両方のガードインタバルの長さに関する情報を利用して、補間フィルタ9を制御するようになされている。

【0049】すなわち、制御回路21は、図8のフローチャートに示すように、最初に、ステップS11において、TPS検出回路12のエラーフラグを検出する。TPS検出回路12は、FFT回路5より入力されたTPSの誤りを検出し、誤りがあれば、これを訂正する誤り訂正回路を内蔵している。そして、誤り訂正の結果、誤り訂正が不能であった場合、誤り訂正不能であることを示すフラグを制御回路21に出力する。制御回路21は、ステップS11で、このTPS検出回路12からのエラーフラグを検出し、ステップS12において、そのエラーフラグが1であるか否か、すなわち、訂正不能の誤りがあるか否かを判定する。

【0050】訂正不能の誤りが存在すると、ステップS12において判定された場合、ステップS13に進み、制御回路21は、TPS検出回路12から供給されるガードインタバルの長さに関する情報を利用せずに、FFTウィンドウ回路6より入力されるガードインタバルの長さに対応して、補間フィルタ9の帯域幅を制御する。これに対して、ステップS12において、エラーフラグが1ではない(0である)と判定された場合(訂正不能のエラーが存在しないと判定された場合)、ステップS14に進み、制御回路21は、FFTウィンドウ回路6より供給されたガードインタバルの長さではなく、TPS検出回路12より供給されたガードインタバルの長さに対応して補間フィルタ9の帯域幅を制御する。

【0051】ステップS13またはステップS14の処

理の次に、ステップ S 1 1 に戻り、それ以降の処理が繰り返し実行される。

【0052】このように、第3の実施の形態においては、例えば、電源立上げ時やチャンネル切替時などで、TPSに訂正不能のエラーが発生したときは、FFTウィンドウ回路6の出力を利用して、補間フィルタ9が制御され、定常状態時には、TPS検出回路12の出力するガードインタバルの長さに対応して、補間フィルタ9が制御される。これにより、より正確な制御が可能となる。

【0053】以上、本発明をDVB-T方式の信号受信装置を例として説明したが、本発明は、その他の方式の信号受信装置においても適用することが可能である。

【0054】なお、上記したような処理を行うコンピュータプログラムをユーザに提供する提供媒体としては、磁気ディスク、CD-ROM、固体メモリなどの記録媒体の他、ネットワーク、衛星などの通信媒体を利用することができる。

#### 【0055】

【発明の効果】以上のごとく、請求項1に記載の信号受信装置、請求項5に記載の信号受信方法、および請求項6に記載の提供媒体によれば、受信したOFDM信号のガードインタバルの長さを検出し、その検出結果に対応して、等化処理を制御するようにしたので、ノイズに影響されずに、正確に等化処理を行うことが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の信号受信装置の第1の実施の形態の構成例を示すブロック図である。

\* 成例を示すブロック図である。

【図2】図1のFFTウィンドウ回路の構成例を示すブロック図である。

【図3】図2のFFTウィンドウ回路の動作を説明するフローチャートである。

【図4】図2の複素相関計算回路に入力されるOFDM信号を説明する図である。

【図5】図2の複素相関計算回路の計算結果を説明する図である。

10 【図6】本発明の信号受信装置の第2の実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図7】本発明の信号受信装置の第3の実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図8】図7の制御回路の動作を説明するフローチャートである。

【図9】DVB-T方式の伝送特性推定用パイロット搬送波を説明する図である。

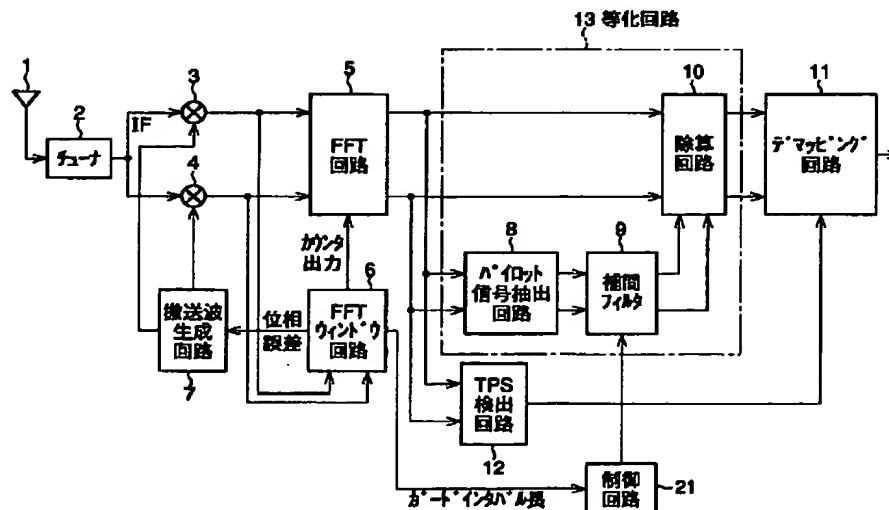
【図10】パイロット搬送波の2次元フーリエ変換による標準化格子構造を説明する図である。

20 【図11】従来の信号受信装置の構成例を示すブロック図である。

#### 【符号の説明】

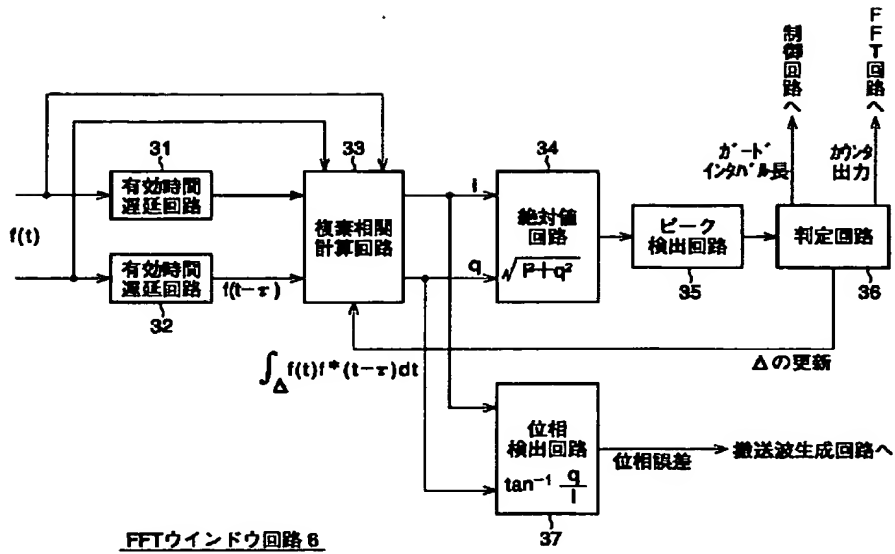
2 チューナ, 3, 4 乗算器, 5 FFT回路, 6 FFTウィンドウ回路, 7 搬送波生成回路, 8 パイロット信号抽出回路, 9 補間フィルタ, 10 除算回路, 11 デマッピング回路, 12 TPS検出回路, 13 等化回路, 21 制御回路

【図1】

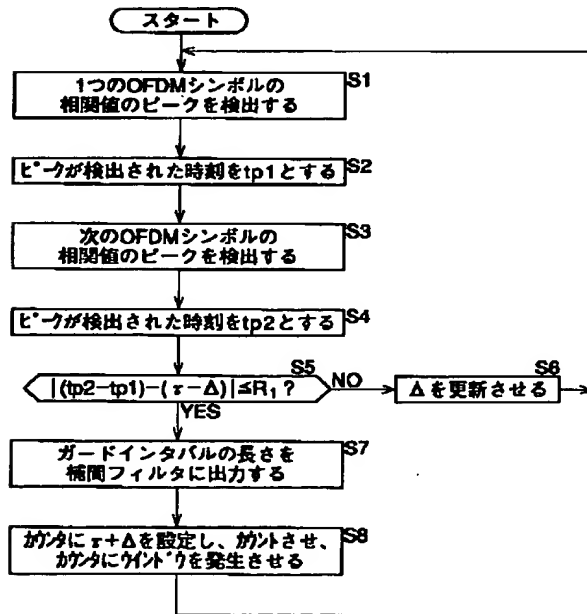




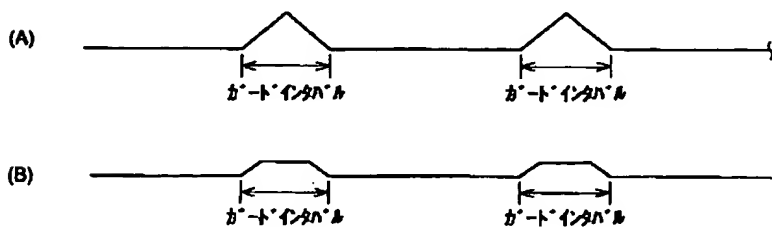
【図 2】



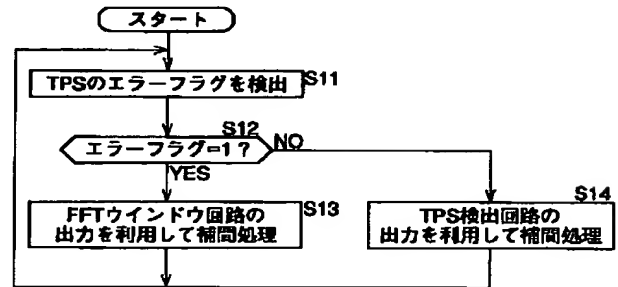
【図 3】



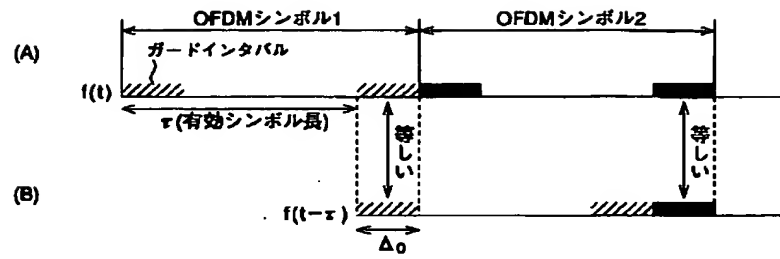
【図 5】



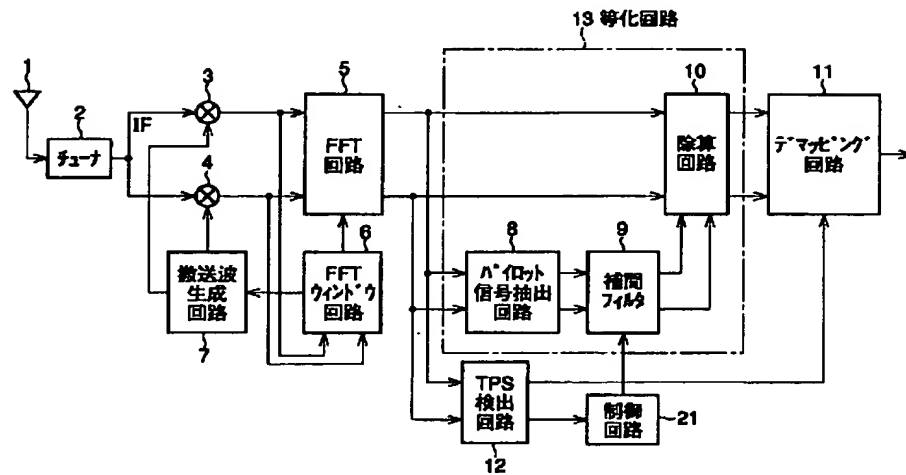
【図 8】



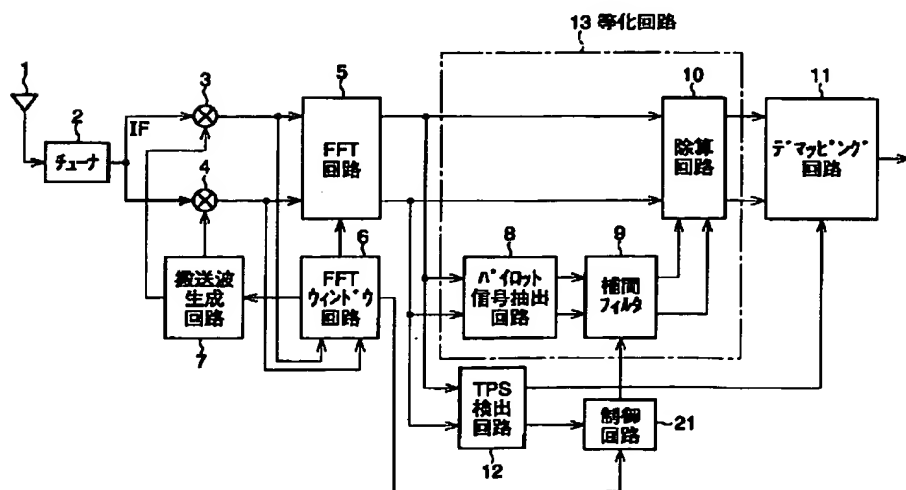
【図 4】



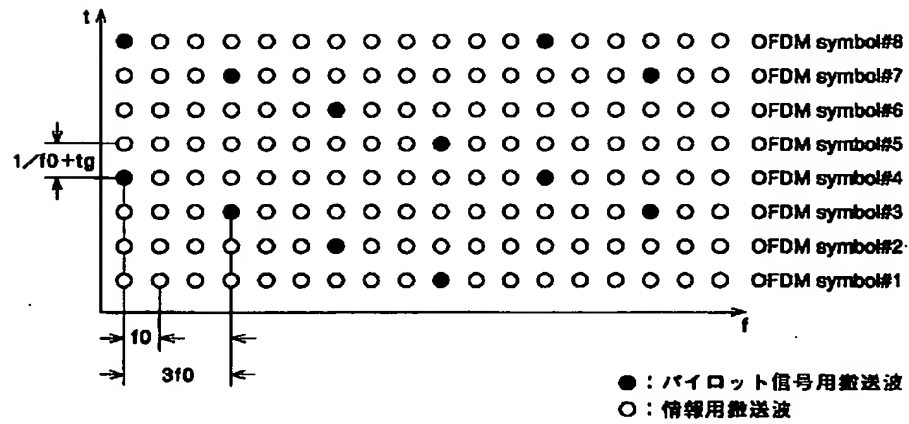
【図 6】



【図 7】

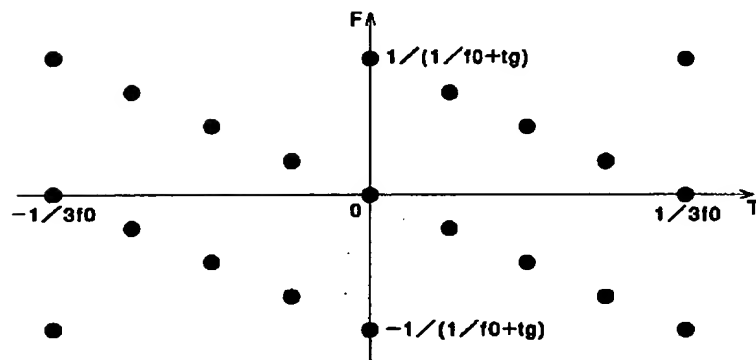


【図9】



DVB-T方式の伝送特性推定用パイロット搬送波

【図10】



パイロット搬送波の2次元Fourier変換による標準化格子構造

【図11】

